

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

07-201124

(43)Date of publication of application : 04.08.1995

(51)Int.Cl.

G11B 19/04
G01P 15/00
G11B 25/04
G11B 33/14

(21)Application number : 06-307994

(71)Applicant : HEWLETT PACKARD CO <HP>

(22)Date of filing : 12.12.1994

(72)Inventor : HENZE RICHARD H

(30)Priority

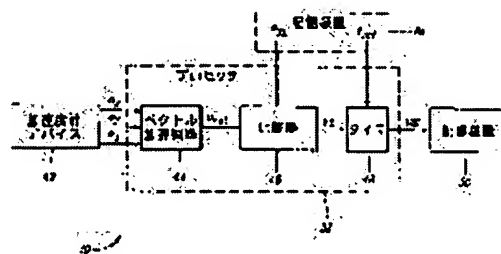
Priority number : 93 168805 Priority date : 15.12.1993 Priority country : US

(54) DISK DRIVING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a disk driving device preventing the occurrence of a damage owing to a shock and off track errors.

CONSTITUTION: An accelerometer device 42 is fitted to the disk driving device and the disk driving device detects that it is in the middle of dropping from first height to second height. A vector addition circuit 44 in a processor 52 adds vectors a_x , a_y and a_z showing acceleration and the net acceleration a_{net} of the disk driving device is generated. The net acceleration a_{net} is compared in a comparator 46. When the net acceleration a_{net} exceeds an acceleration threshold level a_{TL} , a first signal FS is outputted to a timer 48. When the maintaining time of the first signal is more than reference time period t_{ref} an alarm signal WS is outputted from the timer 48 to a controller 50. The controller 50 makes a storage disk and an actuator prepare for a time when the disk driving device collides with second height.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.03.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-201124

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int. Cl.⁶ 識別記号
G1B 19/04 501 各 Q 7525-50
G01P 15/00 各 C
G1B 25/04 101 各 K
33/14 501 各 W

F I

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全11頁)

(21) 出願番号 特願平6-307994

(22) 出願日 平成6年(1994)12月12日

(31) 優先権主張番号 1 6 8 - 8 0 5

(32) 優先日 1993年12月15日

(33) 優先権主張国 米国 (U.S.)

(71) 出願人 590000400
ヒューレット・パッカード・カンパニー
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
ト ハノーバー・ストリート 3000

(72) 発明者 リチャード・エイチ・ヘンゼ
アメリカ合衆国カリフォルニア州サンカル
ロス ハワードアヴェニュー 2610

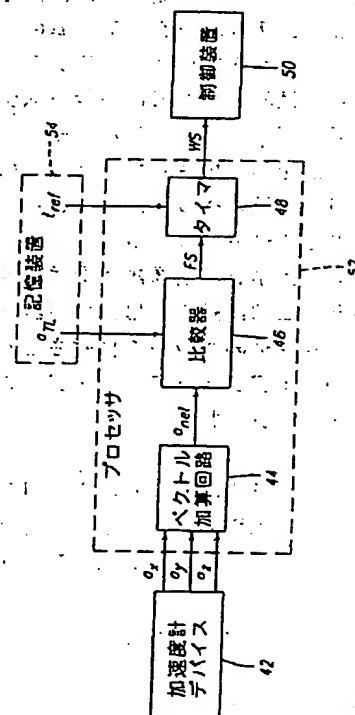
(74) 代理人 弁理士 萩野 平 (外5名)

(54) 【発明の名称】 ディスク駆動装置

(57) 【要約】

【目的】 衝撃による損傷とオフ・トラック誤差の発生を防止できるディスク駆動装置を提供する。

【構成】 ディスク駆動装置に加速度計デバイス42を取り付け、ディスク駆動装置が第1の高さから第2の高さに落下中であること検出し、加速度を表すベクトル a_x 、 a_y 、 a_z をプロセッサ52内のベクトル加算回路44で加算し、ディスク駆動装置の正味加速度 a_{net} を生じさせ、正味加速度 a_{net} を比較器46で比較し、正味加速度 a_{net} が加速度閾値レベル a_{th} を上回る場合には、第1の信号FSをタイマ48に出力し、第1の信号FSの持続時間が基準時間期間 t_{ref} 以上の時にタイマ48から警報信号WSを制御装置50に出力し、制御装置50により、ディスク駆動装置が第2の高さに衝突する時の準備を記憶ディスクとアクチュエータに整えさせる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ハウジング (18) と、

回転軸 (14) を中心として回転するように前記ハウジング (18) に回転自在に連結された少なくとも 1 つの記憶ディスク (16) と、

前記記憶ディスク (16) に対して相対的に移動し且つ前記記憶ディスク (16) 全面に亘って読取り書込みヘッドを半径方向に位置決めするように前記ハウジング

(18) に作動的に接続された少なくとも 1 つのアクチュエータ・アーム (26) と、

ディスク駆動装置の加速度を監視することによって前記ディスク駆動装置が第 1 の高さから第 2 の高さに落下中であることを感知し、且つ、前記ディスク駆動装置の落下を表す選択された加速度閾値レベルを選択された基準時間期間に亘ってディスク駆動装置の加速度が上回る時に警告信号を出力する前記ハウジング内に取り付けられた落下検出手段と、

前記落下検出手段によって出力される前記警告信号にตอบสนองして、前記第 2 の高さにある表面に前記ディスク駆動装置が衝突する時に生じる衝撃に対する準備を前記少なくとも 1 つの記憶ディスク (16) と前記アクチュエータ・アーム (26) とに整えさせるための制御手段と、を含むディスク駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ディスク駆動装置に係わり、特に、落下等の衝撃によって引き起こされる損傷を最小限にするためのディスク駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のディスク駆動装置は、回転中の記憶ディスクに対するアクチュエータ・アームの半径方向位置を制御するサーボ装置を使用する。アクチュエータ・アームは、読取り書込みヘッド又はトランスデューサを記憶ディスク表面の真上にカンチレバー式に支持する。記憶ディスク表面上の選択されたトラックの中央位置の真上に、読取り書き込みヘッドが保持されることが理想的である。読取り書き込みヘッドはトラックから位置情報を検出し、この位置情報は位置誤差信号を発生させるために使用される。この誤差信号は、位置誤差を減少させる方向に読取り書き込みヘッドを移動させるために、補正回路を経由してアクチュエータ・アーム用駆動モータにフィード・バックされる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ある時期にはディスク駆動装置は主として非可搬型のコンピュータで使用され、この場合には、ディスク駆動装置は机又はテーブル上に置かれたコンピュータ内に固定的に設置された。こうしたディスク駆動装置が落下や激しい動揺による大きな衝撃を被る可能性は殆ど無いに等しかった。外部障害は振動の形であり、こうした振動は大である場合には、

読取り書込みヘッドとディスクとの間に相対移動を引き起こし、結果的にオフ・トラック誤差を生じさせる可能性があった。

【0004】 今日では、ラップトップ型、ノートブック型、パームトップ型等の携帯型装置のような携帯型コンピュータ内でディスク駆動装置が使用される割合が、ますます増大しつつある。従来設計のディスク駆動装置に関連した主要な問題点の 1 つは、携帯型装置が落下して何らかの表面に衝突する際の衝撃によって生じる損傷に係わる。例えば、小型ディスク駆動装置 (例えば 1.3 インチ型ディスク駆動装置) を内蔵したパームトップ型コンピュータが机又はユーザの手元から硬い床に落下した時には、衝撃時に発生する衝撃パルスの大きさは、数 100 g 又は数 1000 g に達する可能性がある。

【0005】 外部衝撃は、2 つの有害な結果、即ち、物理的損傷とトラック位置ずれをもたらす。物理的損傷に関しては、衝撃パルスが、ディスク駆動装置に対して大きな物理的損傷を与える可能性がある。十分な大きさと方向と有する衝撃パルスは、回転中のディスクからスライダ (slider) を隔てるエア・ギャップ軸受 (air gap bearing) を無効にし、それによって磁気媒体薄膜、ディスク基体、又はスライダに損傷を与える可能性がある。

【0006】 トラック位置ずれに関しては、外部衝撃が、アクチュエータ・アームにモーメントを与える半径方向の直線加速度を生じさせる。このモーメントは、許容可能なデータ保全を得るために必要とされる割当てトラック・エラー範囲内に読取り書込みヘッドを維持するトラック・サーボ装置の能力を越える可能性もある。この問題点は、許容可能トラック・エラー範囲を実質的に狭めることになるトラック密度の増大と、より一層過酷な動作環境に置かれる、形状因子 (form factor) がより小さいディスク駆動装置に向かう傾向とによって、更に悪化させられる。データ書き込みプロセス中に衝撃が生じた場合には、ディスク駆動装置がトラックを外してデータを誤書き込みする危険性があり、更に悪い場合には、隣接トラック上の書き込み済データの上にデータを上書きする危険性がある。

【0007】 従来技術のディスク駆動装置には、軽微な外部障害を補償するためにサーボ装置と共に加速度計を使用するものがある。この加速度計は、振動等によって生じる加速度を検出する。外部障害の補償に加速度計出力を使用するための主要な手法は 2 つある。第 1 の手法は、振動の作用を能動的に且つ制御的に補償することである。振動を相殺してオフ・トラック・エラー (off track error) を排除するために有効な方向に読取り書込みヘッドを移動させるように、アクチュエータが制御される。

【0008】 第 2 の手法は、外部障害によって引き起こされる位置ずれ誤差を低減させるように設計された書き込み保護機能である。この書き込み保護機能は、加速度計か

ら出力される大きな正味加速度信号によって起動させられる。加速度が予め決められたレベル（平行移動センサの場合には2.5 gから10 gが典型的である）を越える時に、データがトラックを外して書き込まれる前に書き込みが中断され、データの損失又は位置ずれが防止される。しかし、この書き込み保護機能は、自由落下するディスク駆動装置によって結果的に生じる衝突衝撃の作用を軽減するためには、あまり有効であるとはいえない。落下中のディスク駆動装置の公称加速度は1 gであるにすぎず、この加速度は書き込み保護機能を起動するには不十分である。読取り書き込みヘッドはデータトラックの真上に留まったままである。衝突時には、加速度は2.5 gから10 gの閾値を容易に越え、書き込み保護機能をイネーブルにするが、読取り書き込みヘッドは依然としてディスクの真上に位置しており、このことはディスク駆動装置の著しい物理的損傷を引き起こす可能性がある。

【0009】本発明は、衝撃を発生させる事象（例えば自由落下状態）を検出するための、及び、衝撃によって引き起こされる損傷とエラーとを最小限にする保護動作を実現するための、ディスク駆動装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の一実施態様では、ディスク駆動装置は、ハウジングと、回転軸を中心として回転するように上記ハウジングに回転自在に連結された少なくとも1つの記憶ディスクとを有する。記憶ディスクに対して相対移動し、記憶ディスク全面に互って読取り書き込みヘッドを半径方向に位置決めするように、アクチュエータ・アームが上記ハウジングに可動的に連結される。このディスク駆動装置は更に、ディスク駆動装置の加速度を監視することによってディスク駆動装置が第1の高さから第2の高さに落下中であることを感知するための、上記ハウジング内に装着された落下検出手段を含む。ディスク駆動装置の落下を表す選択された加速度閾値レベルを、選択された基準時間期間に互ってディスク駆動装置の加速度が越える時に、上記落下検出手段が警告信号を出力する。更に、上記落下検出手段によって出力される警告信号に応答して、制御手段が、第2の高さにある表面にディスク駆動装置が衝突する時に生じる衝撃に対する、記憶ディスク及び／又はアクチュエータ・アームの準備を整える。

【0011】また、本発明の別の実施態様によって、上記落下検出手段が加速度計デバイスとプロセッサとを有する。この加速度計デバイスは、互いに直交する3つの軸x、y、zに沿ってディスク駆動装置の加速度を測定し、その測定量を各ベクトル a_x 、 a_y 、 a_z に分解する。上記プロセッサは、(1)ベクトル a_x 、 a_y 、 a_z からディスク駆動装置の正味加速度 a_{net} を計算し、(2)選択された加速度閾値レベルに対して正味加速度 a_{net} を比較し、(3)正味加速度 a_{net} が上記加速度

閾値レベルを上回っている状態が続く持続時間を測定し、(4)この測定した持続時間を、選択された基準時間期間と比較し、(5)この測定した持続時間が上記基準時間期間を越える時に警告信号を出力するようにプログラムされる。

【0012】さらに、本発明の別の実施態様は、ディスク駆動装置が第1の高さから落下して第2の高さの表面に衝突する時にディスク駆動装置の衝撃損傷を軽減させるための方法は、(1)互いに直交する3つの軸X、Y、Zに沿ったディスク駆動装置の加速度を表すベクトル a_x 、 a_y 、 a_z を生じさせる工程と、(2)落下時のディスク駆動装置の正味加速度 a_{net} を導出する工程と、(3)ディスク駆動装置の落下を表す選択された加速度閾値レベルに対して上記正味加速度 a_{net} を比較する工程と、(4)正味加速度 a_{net} が上記加速度閾値レベルを上回っている状態が続く持続時間を測定する工程と、(5)この測定した持続時間を、選択された基準時間期間と比較する工程と、(6)この測定した持続時間が上記基準時間期間を越える時に、ディスク駆動装置が上記表面に衝突する際に生じる衝撃に対する準備を行う工程とを含むディスク駆動装置に適用されるディスク駆動装置の衝撃損傷軽減方法である。

【0013】さらに、本発明の別の実施態様では、上記加速度閾値レベルは概ね0.4から1.0 gの範囲内であり、上記基準時間期間は90ミリ秒以上である。

【0014】

【実施例】本明細書で使用される文字「g」は、物体に対する重力によって引き起こされる、地表における物体の下向きの加速度を表す。加速度「g」の値は、海面の高さで9.8 m/s²、即ち、約32 ft/s²である。この値は地表上の位置及び／又は高さに応じて約1/2%から1%に互って変化する。この「g」の値は別の形で定義されることも可能である。即ち、この値は、質量と重量との間の比例定数であり、又は、別の形で言えば、単位質量当たりの重力である（即ち、 $m=1$ である場合に、 $F=mg=g$ ）。本明細書で言及される衝突衝撃、自由落下等の事象は、加速度「g」を基準にして数値化される。例えば、ディスク駆動装置が衝突時に50 gを受けると表現される時には、このことは、ディスク駆動装置が、単位質量当たり重力の50倍に等しい力を受けるということを意味する。

【0015】図1は、回転アクチュエータ型のディスク駆動装置10を示すが、本発明は、例えばリニア・アクチュエータ型のディスク駆動装置のような他のタイプのディスク駆動装置でも実施されることが可能である。ディスク駆動装置10は、回転中心軸14に沿って一列に並べられた1つ以上の磁気ディスクの積み重ねアレイ12（以下、ディスク・アレイという）を有し、最上部の記憶ディスク16が図1に示されている。これらの磁気ディスクによる記憶ディスクは、主軸アセンブリを介し

てハウジング 1 8 に回転自在に連結され、回転軸としての回転中心軸 1 4 を中心として実質的に定速度で回転するようにモータ又は他の駆動機構（図示されていない）によって駆動される。ディスク・アレイを支持する上記主軸アセンブリと上記ハウジングは従来通りの設計であり、従って、本明細書では詳しく説明しない。

【0016】回転アクチュエータ・アセンブリ 2 0 が、ディスク・アレイ 1 2 に隣接して配置される。この回転アクチュエータ・アセンブリ 2 0 は、軸受ハウジング 2 2 と、この軸受ハウジング 2 2 に対して軸 2 4 を中心として制御可能な形で旋回させられる複数のロード・ビーム・アクチュエータ・アーム (load beam actuator) とを含む。図 1 には 1 つのアクチュエータ・アーム 2 6 だけしか示されていないが、他のアクチュエータ・アームは、1 つ以上のアクチュエータ・アームが各磁気ディスク用に備えられるように、アクチュエータ・アーム 2 6 の下方に一系列に配置される。これらの回転アクチュエータ・アームは、記憶ディスクに対して相対移動することが可能である。

【0017】回転アクチュエータ・アセンブリ 2 0 は、軸受ハウジング 2 2 に固定されたボイス・コイル駆動モータ 2 8 を有する。このボイス・コイル駆動モータ 2 8 は、永久磁石構造物 3 2 と磁束結合状態で配置されたボイス・コイル 3 0 を含む。動作時には、このボイス・コイル 3 0 は、永久磁石構造物 3 2 の各磁石の間を軸 2 4 を中心として円弧状に（励磁の極性に依じて）両方向に揺動するように付勢される。

【0018】アクチュエータ・アーム 2 6 は、上部の記憶ディスク 1 6 の上方に吊り下げられた遠位端部 3 4 を有する。ヘッド・ジンバル・アセンブリ 3 6 が遠位端部 3 4 に取り付けられる。このヘッド・ジンバル・アセンブリ 3 6 は、ジンバル・マウントを介してアクチュエータ・アーム 2 6 に物理的に接続されたスライダと、このスライダ上に配置された読取り書込みヘッドとを含む。読取り書込みヘッドは、記憶ディスク 1 6 に対して磁気によって情報を出し入れする磁気トランスデューサであることが好ましい。アクチュエータ・アームを制御可能な形で軸 2 4 を中心として回転させるためにボイス・コイル 3 0 が付勢されると、アクチュエータ・アーム 2 6 が読取り書込みヘッドを支持し、記憶ディスク 1 6 全面に互って半径方向に位置決めされる。

【0019】個々の記憶ディスクは、データを格納するための多数の同心トラックを有する。記憶ディスクと読取り書込みヘッドとの動作を制御し同期化するために有効なサーボ情報も、上記磁気トラック内に格納されている。こうしたサーボ情報は、ディスク・アレイ内の 1 つの記憶ディスクの表面全体に格納される（即ち、専用サーボ・ディスク駆動装置）か、又は、代わりに、ディスク・アレイ内の各ディスク上において、データ格納用に確保された複数のより大きな領域の間に挿入された細い

セクタ内に格納される（埋込みサーボ・ディスク駆動装置）ことが可能である。このサーボ装置は従来通りの設計であり、本明細書では詳しくは説明しない。

【0020】本発明では、ディスク駆動装置 1 0 はハウジング 1 8 内に取り付けられた落下検出手段と制御手段とを有する。一般的に、この落下検出手段は、ディスク駆動装置の加速度を監視することによって、ディスク駆動装置が第 1 の高さ（例えば、床の上方の机の高さ）から第 2 の高さ（例えば、床の高さ）に落下中であることを感知する。落下中は、ディスク駆動装置の公称加速度は約 1 g である。ディスク駆動装置の落下を表す選択された加速度閾値レベルを、選択された基準時間期間に互ってディスク駆動装置の加速度が越える時に、上記落下検出手段によって警告信号が出力される。この警告信号にตอบสนองして、保護制御手段としての制御手段が、第 2 の高さにある表面にディスク駆動装置が衝突する時に生じる目の衝撃に対して準備するように、記憶ディスク及び／又はアクチュエータ・アームに命令する。

【0021】落下と衝突とが完了すると、ディスク駆動装置が、落下事象が生じる以前の動作状態を回復する。衝突前にとられた保護動作が物理的損傷を（完全に防止しはしないとしても）最小限に留めるので、そのディスク駆動装置は動作可能な状態のままである。更に、落下に起因するデータの損失は非常に僅かであるか皆無である。

【0022】図 8 は、上記の動作を更に明確な形で示している。最初に、ディスク駆動装置の正味加速度 a_{net} が連続的に監視される（ステップ 9 0）。正味加速度 a_{net} が例えば 0.4 g の閾値レベルを越える時には（ステップ 9 2、yes 分岐）、この正味加速度を生じさせている事象の持続時間が計時される（ステップ 9 4）。この測定持続時間が例えば 9 0 ミリ秒を越える時には（ステップ 9 6、yes 分岐）、衝突に対するディスクの準備が整っていることを確保するための保護動作が行われる。従って、この手順は、保護のための予備措置を開始する前に、2 つのテスト、即ち、（1）正味加速度が自由落下物体の正味加速度と同じであるかどうかを判定するテストと、（2）上記加速度が同じである時に、ディスク駆動装置が落下中なのであって外部振動を受けているわけではないという結論を確かめるのに十分な長さの時間に互って正味加速度事象が持続しているかどうかを判定するテストとを必要とする。

【0023】図 3 は、上記落下検出手段と上記制御手段の好適な実施例をブロック図の形で示しており、この図は、衝突衝撃によって生じる損傷を最小限にするための落下検出及び保護制御装置 4 0 を本質的な形で表している。この保護制御装置 4 0 は、（図 1 にも示されるように）ディスク駆動装置 1 0 のハウジング 1 8 内に装着され固定された加速度計デバイス 4 2 を含むことが好ましい。加速度計デバイス 4 2 は、少なくとも 3 つの互いに

直交する軸X、Y、Zに沿ってディスク駆動装置10の加速度を測定するために、複数のセンサを有する。これは図2に更に詳細に示されている。加速度計デバイス42は、その測定量を、上記3つの軸に沿った加速度を表す各ベクトル a_x 、 a_y 、 a_z に分解する。平行移動加速度の監視に加えて、加速度計デバイス42は、Z軸を中心とする回転加速度によって表されるような上記軸X、Y、Zを中心とする1つ以上の回転加速度を測定するためのセンサを含むことも可能である。

【0024】3つのベクトル a_x 、 a_y 、 a_z の各々に関連した信号が、ベクトル加算回路44(図3)に入力される。ベクトル加算回路44は、これらのベクトルを加算し、ディスク駆動装置10が第1の高さから第2の高さに空中落下する時のこのディスク駆動装置10の正味加速度 a_{net} を表すベクトル合計量(vector sum magnitude)を生じさせる。このベクトル合計量は、次の(1)式によって示される。

【0025】

【数1】

$$a_{net} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \dots (1)$$

【0026】このベクトル合計量は、アナログ又はデジタル手法で計算することが可能である。

【0027】ベクトル合計を表す信号の抽出は、加速度計デバイス42とその支援電子回路との特性に大きく依存しているということに留意されたい。上記の二乗和計算は、ベクトル合計量を得るのに適切である。しかし、積分器、絶対値回路、又は、複数の入力の最大値を出力する回路を組み込んだ、より単純な又はより実用的な実施例が、使用されることも可能である。こうした他の実施例は、本明細書で説明されるプロセッサ又は加算回路の実施例に加えて、落下中のディスク駆動装置10の正味加速度 a_{net} を導出するための幾つかの異なったタイプの計算手段の例を与える。

【0028】上記落下検出手段は、更に、選択された加速度閾値レベル a_{th} に対して正味加速度 a_{net} を比較するための比較器46も含む。この選択された加速度閾値レベル a_{th} が0.4gから1.0gまでの範囲内であることが好ましい。自由落下中のディスク駆動装置の公称加速度が約1.0gであるので、この範囲が望ましい。比較器46に加えて、特殊な論理回路又はルックアップ・テーブルのような、上記閾値レベルに対して正味加速度を比較するための他の評価手段が使用されることも可能である。

【0029】ディスク駆動装置10の正味加速度 a_{net} が閾値レベル a_{th} を越え、そのディスク駆動装置10が自由落下状態にある可能性を示す場合には、上記比較器46は第1の信号FSを出力する。一方、正味加速度 a_{net} が閾値レベル a_{th} を越えない場合には、上記比較器46は第1の信号FSを出力しない。

【0030】比較器46からの第1の信号FSを受け取って、この信号の持続時間を計時するために、タイマ48が接続される。測定した持続時間が基準時間期間 t_{ref} を越える場合には、タイマ48は警告信号WSを制御装置50に出力する。上記タイマ48によって測定された第1の信号FSの持続時間を基準時間期間 t_{ref} と比較するために、別の比較器(図示されていない)が使用されてもよい。この基準時間期間は、短い時間期間に互って正味加速度の大きさの増加を引き起こす何らかの軽微な振動又は揺動をディスク駆動装置が受けているのではなく、そのディスク駆動装置が実際に危険な自由落下状態にあるということを結論付けるのに十分な長さの持続時間であることが好ましい。後で更に詳細に説明するように、好ましい基準時間期間は90ミリ秒以上である。

【0031】タイマ48は、絶対持続時間を測定するための装置か、カウンタか、又は、信号の持続時間を測定するための他の任意形態の計時手段として、実施化されることが可能である。これに加えて、タイマ48は、正味加速度信号自体を感知することが可能であってもよい。このタイマは、正味加速度信号が閾値レベルを上回ったままである時に正味加速度信号の持続時間を測定するように、又は、正味加速度のゼロ通過(zero crossing)を検出するように構成されてもよく、短い持続時間での正味加速度のゼロ通過は、多くの場合に、ディスク駆動装置が振動を受けている状態にあるのであって、自由落下状態にあるのではないということを表す。

【0032】上記手順によって、2つの条件が満たされた時にだけ警告信号WSが発生させられる。即ち、第1に、ディスク駆動装置10が自由落下加速度条件を満たさなければならない(即ち、ディスク駆動装置の正味加速度の大きさが約0.4gから1.0gまでの閾値を越える)。第2に、この自由落下状態が、通常の振動やランダムなノイズ等の持続時間を上回る特定の時間期間に互って存続しなければならない。従って、警告信号WSは、ディスク駆動装置10が本当に自由落下状態にあり、従って、床や他の何らかの表面と衝突するための準備をディスク駆動装置10に整えさせなければならないということを示す。

【0033】制御装置50は、目前の衝撃によって引き起こされるはずの損傷を最小限にするのに有効であるように、差し迫った衝突に対する準備をディスク駆動装置10に整えさせる。この準備の手法の1つは、読取り書込みヘッドを移動させてトラックから離れさせるように記憶ディスクの内周部ランディング・ゾーン(inner radius landing zone)に対するシークを起動することである。この位置は、スライダやヘッドやサスペンションやディスクに対して起こりうる損傷を最小限に留めると同時に、書込みエラーを防止する。第2の手法は、データの真上での揺動に対するヘッドの抵抗を最大にするため

に、最大の作動トルクでディスク・アセンブリ・クラッシュ・ストップ(disk assembly crash stop)に対してアクチュエータを押し付けて保持することである。第3の手法は、スピンドル・アセンブリにブレーキをかけ、それによってディスク・アレイ12が軸14の周りを回転することを停止させることである。スライダを動的にロード又はアンロードすることが可能なディスク駆動装置と共に使用するための第4の方法は、単純にスライダをディスクからアンロードする又は取り除くことである。

【0034】自由落下状態を検出して衝撃に対する準備をディスク駆動装置に整えさせる新規の落下検出及び保護制御装置の理解を容易にするために、この保護制御装置の構成要素ブロックを図3に示す。他の実施例を使用することも可能である。例えば、ベクトル加算と比較と計時とに関連した各々の関数が、点線の四角形で包囲するプロセッサ52によって示されるようなプロセッサ内にプログラムされることが可能である。プロセッサ52は、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ、特殊なASIC(特殊用途向けIC)、又は、他の何らかのタイプの集積ユニットであることが可能である。同様に、加速度閾値レベル a_{il} と基準時間期間 t_{rel} は、上記プロセッサ内の内蔵記憶装置内に又は別の記憶装置54(例えばROM)内に格納されることが可能である。

【0035】このプロセッサの具体例を含む実現可能な1つの装置では、単純な加速度ベクトル信号 a_x 、 a_y 、 a_z がサンプリングされ、相対的に低いサンプリング・レート(例えば、数100ミリ秒台のサーボ位置サンプリング周期)で閾値比較のためのベクトル合計を導出するためにデジタル信号プロセッサ(DSP)又はマイクロプロセッサによって数値処理されることが可能である。ベクトル合計加速度又は速度を表す信号が、落下事象と振動との間を区別するために各サンプル間のゼロ通過に関して監視される。この装置に回転位置センサが備えられているときには、これらのセンサからの出力が、平行移動センサから正味平行移動加速度を得るために使用されることが可能である。

【0036】上記のように、好ましい加速度閾値レベル a_{il} は、約0.4gから1.0gまでである。自由落下中のディスク駆動装置が受ける正味加速度は1gであるが、低周波数特性に起因する加速度計信号の劣化のせいで、1g未満の出力しか得られない可能性がある。従って1g未満の閾値レベルが適切である。好ましい基準時間期間 t_{rel} は約90ミリ秒以上である。本発明の理解を容易にするために、好ましい基準時間期間を選択する際に考慮すべき問題点を次に説明する。

【0037】基準時間期間 t_{rel} を選択する際に考慮に入れなければならない主要な問題点は4つある。第1に、通常振動によってディスク駆動装置の加速度が加速度閾値レベルを越える場合には保護的動作を起動しない

ように上記落下検出装置が設定されなければならない。例えば、ディスク駆動装置に与えられる外部振動が、1gの閾値レベルを越える加速度を生じさせる可能性もあるが、この加速度の発生は非常に短い時間期間の間しか生じない。瞬間的な加速度のスパイク(spike)は、ディスク駆動装置が自由落下状態にあるということを表すわけではなく、従って、落下検出及び保護制御装置40は、こうした事象を無視しなければならない。従って、基準時間期間 t_{rel} は、通常の振動(典型的な環境仕様は5Hzまでの作動振動を含む)の殆どを排除するのに十分な長さの持続時間に設定されなければならない。一方、第2の問題点は、基準時間期間が長すぎるために衝突の前に落下検出装置が予防措置を適時にとることが不可能になるということがあってはならないということである。

【0038】第3の問題点は、加速度計デバイス42のセンサが理想的なものではないということである。この装置は精確に校正されない可能性があるし、その低周波数動作が何らかのハイパスロールオフ特性(high pass roll off characteristics)を有する可能性もある。更に、センサ間のクロストークが生じる可能性もある。この第3の問題点にも幾分か関連した第4の問題点は、信号処理能力が、低電圧アナログ回路の能力によって、又は、加速度センサの形状によって制限される可能性があるということである。従って、基準時間期間 t_{rel} は、加速度計デバイス42の低精度と周波数応答特性とに適応したものでなければならない。

【0039】従って、基準時間期間 t_{rel} は、自然落下を振動から区別することと、非理想的な加速度計を補正することに有効である。損傷を与えるほど激しい衝撃を生じさせる可能性がある落下に対する保護動作を起動するのに十分なだけ短く、且つ、動作仕様の範囲内の外部振動を受けている状態中に保護動作を誤って起動することを防止するのに十分なだけ長い、基準時間期間 t_{rel} を選択することが望ましい。

【0040】図4は、落下持続時間と落下距離(左側の垂直軸)との関係を表すグラフ(実線で示される)である。このグラフは更に、落下持続時間0.1秒(100ミリ秒)と、落下持続時間0.25秒(250ミリ秒)と、落下持続時間0.35秒(350ミリ秒)との場合の、硬質表面上に落下したバームトップ型コンピュータが受けた衝突衝撃の大きさ(右側の垂直軸)の記録(黒丸点で示される)も示している。第1に、衝突衝撃の大きさは落下距離の増加に応じて増加するという事に留意されたい。第2に、たった9インチの落下距離でさえ400g近くの大きな衝突衝撃を結果的に生じさせることに留意されたい。

【0041】図5と図6は、ディスク駆動装置の2つの対照的な事象を示している。図5は、ディスク駆動装置が一方の高さから他方の高さに落下させられる落下事象

の一例を示している。一方、図6は、ディスク駆動装置に対するランダムな振動の作用を示している。更に明確に述べれば、図5は、約3インチの自由落下から生じる（小型ディスク駆動装置を表す）加速度計を備えた小物体の正味加速度出力を示している。落下持続時間は水平目盛りに沿って示され、各々のグリッド・セグメントが20ミリ秒を表している。下側の波形60は、各々の垂直グリッド・セグメントが0.5gを表す高感度目盛りで示した落下事象である。下側の波形60によって示されるように、落下はポイントAで始まり、その後直ぐにディスク駆動装置はポイントBで1.0gの正味加速度成分を受ける。加速度計デバイスに固有の低周波数ロールオフのために、加速度の大きさは1.0gのレベルから時間の経過と共に低下していく。ポイントCでは、ディスク駆動装置が表面に衝突し、瞬間的な下向きの加速度ピークによって表されるように大きな衝撃を引き起こす。この衝突（ポイントC）は、落下開始（ポイントA）から約130ミリ秒後に生じる。

【0042】上側の波形62は、衝撃の相対的大きさを示すために、低感度目盛りで上記と同一の落下事象を示すものである。この目盛りでは、各垂直グリッド・セグメントが50gを表し、衝撃の大きさのスパイクは約50gに達する。

【0043】上記の「自由落下」事象とは対照的に、図6は、ランダムな振動が物体に加えられる場合の例を示している。下側の波形64は、各々の垂直グリッドセグメントが1.0gを表す高感度目盛りで示されている。上側の波形66は、各々の垂直グリッド・セグメントが50gを表す目盛りで示されている。この事象を図5の自由落下事象と比較すると、このランダムな振動は数多くのゼロ通過を有し、このことによってランダムな振動が自由落下から区別される。このランダムな振動は、例えば1gの加速度閾値レベルを越える大きさを有するスパイクを多数有するが、これらのスパイクの比較的短い持続時間は全て20ミリ秒未満である。

【0044】図7は、図5に示された落下事象波形と同一の落下事象波形60を示すが、この波形は、5Hzの周波数を有し、ピークの大きさが2gである正弦波68が上に重ねられている。5Hzは、動作仕様によって典型的に必要とされる最低周波数振動を表す。5Hz正弦波68の半周期は100ミリ秒である。これは許容可能な最低振動周波数を表しているため、上記落下検出手段は、5Hzの振動中に保護動作を起動することが起きないようにするように校正されなければならない。加速度閾値レベル a_{th} は0.4gに設定される。5Hzの正弦波は、約87ミリ秒である持続時間 T_5 に亘って加速度閾値レベル a_{th} を上回る。しかし、落下事象の波形は、約91ミリ秒に亘って加速度閾値レベル a_{th} を上回る。従って、約90ミリ秒の基準時間間隔 t_{ref} は、5Hz低周波数振動と落下事象との間を有効に識別する。

【0045】本発明の落下検出機能は、従来技術のディスク駆動装置で現在使用されている書き込み保護機能を補完する。書き込み保護機能の一例では、いずれか一方向の加速度が（平行移動センサの場合に）典型的には2.5gから10gである予め決められたレベルを越える時に、書き込みが中断される。激しい振動等の場合には、この書き込み保護機能はデータ損失又は位置ずれを防止するだろう。一方、ディスク駆動装置が落下する場合には、加速度は1gに達するだけであり、この加速度は書き込み保護機能をイネーブルにするには不十分である。しかし、1gの加速度は、落下検出機能をイネーブルにするのに十分である。

【0046】本発明の落下検出及び保護制御装置が従来技術の書き込み保護機能とどのように協働するかということの説明のために、1gの落下が（落下検出装置及び保護制御装置の両条件を満たすように）100ミリ秒の持続時間に亘って検出される事例を説明する。落下物体の総移動距離は、次の（2）式によって求められる。

【0047】

$$\text{【数2】} \quad d = \frac{1}{2} a t^2 \quad \dots \quad (2)$$

【0048】ここで、 d は距離であり、 a は重力の正味加速度（すなわち、 9.8 m/s^2 ）であり、 t は時間である。100ミリ秒後に、ディスク駆動装置は約0.049メートル（即ち約2インチ）落下している。この時点で、保護制御装置は、ランディング・ゾーン（landing zone）へのシーク命令のような保護動作を起動する。フル・ストロークのシーク命令は約25ミリ秒を要し、落下持続時間合計を125ミリ秒にする。125ミリ秒後には、ディスク駆動装置の移動距離は約0.077メートル（約3インチ）である。

【0049】従って、3インチ以上の落下の場合には、本発明の落下検出及び保護制御装置は、衝突の前に読取り書き込みヘッドをランディング・ゾーンに引き込み終わっており、それによって衝撃に起因する損傷を最小限にするか回避する。3インチ未満の落下の場合には、こうした短い距離がディスク駆動装置に損傷を与える可能性は殆ど無いので、衝突によって書き込み保護機能が起動され、全ての書き込みプロセスをディスエーブルにする。

【0050】以上のとおり、本発明を、その構造的特徴と方法的特徴とに関して、ある程度具体的な言葉で説明してきた。しかし、本明細書で開示した諸手段は本発明の好適な実施態様を構成するにすぎず、本発明は本明細書で示され説明した具体的な特徴には限定されないということを理解されたい。従って、本発明は、均等の原則に従って適切に解釈される特許請求の範囲の適正な範囲内に含まれる任意の形態又は変形において特許請求される。

【0051】以上、本発明の各実施例について詳述したが、ここで各実施例の理解を容易にするために、各実施

例ごとに要約して以下に列挙す。

【 0 0 5 2 】 1. ハウジング (1 8) と、回転軸 (1 4) を中心として回転するように前記ハウジング (1 8) に回転自在に連結された少なくとも 1 つの記憶ディスク (1 6) と、前記記憶ディスク (1 6) に対して相対的に移動し且つ前記記憶ディスク (1 6) 全面に互って読取り書き込みヘッドを半径方向に位置決めするように前記ハウジング (1 8) に可動的に接続された少なくとも 1 つのアクチュエータ・アーム (2 6) と、ディスク駆動装置の加速度を監視することによって前記ディスク駆動装置が第 1 の高さから第 2 の高さに落下中であることを感知し、且つ、前記ディスク駆動装置の落下を表す選択された加速度閾値レベルを選択された基準時間期間に互ってディスク駆動装置の加速度が上回る時に警告信号を出力する前記ハウジング内に取り付けられた落下検出手段と、前記落下検出手段によって出力される前記警告信号に応答して、前記第 2 の高さにある表面に前記ディスク駆動装置が衝突する時に生じる衝撃に対する準備を前記少なくとも 1 つの記憶ディスク (1 6) と前記アクチュエータ・アーム (2 6) とに整えさせるための制御手段と、を含むディスク駆動装置である。

【 0 0 5 3 】 2. 前記加速度閾値レベルが概ね 0. 4 g から 1. 0 g までの範囲内である前記 1 に記載のディスク駆動装置である。

【 0 0 5 4 】 3. 前記基準時間期間が 9 0 ミリ秒以上である前記 1 に記載のディスク駆動装置である。

【 0 0 5 5 】 4. 前記落下検出手段と前記制御手段とがデジタル信号プロセッサを含む前記 1 に記載のディスク駆動装置である。

【 0 0 5 6 】 5. 前記落下検出手段が、互いに直交する 3 つの軸 X、Y、Z に沿って前記ディスク駆動装置の加速度を測定し、その測定量を各ベクトル a_x 、 a_y 、 a_z に分解する加速度計デバイス (4 2) と、(a) 前記ベクトル a_x 、 a_y 、 a_z から前記ディスク駆動装置の正味加速度 a_{net} を計算し、(b) 前記選択された加速度閾値レベルに対して前記正味加速度 a_{net} を比較し、(c) 前記正味加速度 a_{net} が前記加速度閾値レベルを上回っている状態が続く持続時間を測定し、(d) 前記測定持続時間を、前記選択された基準時間期間と比較し、(e) 前記測定持続時間が上記基準時間期間を越える時に警告信号を出力するようにプログラムされた、前記加速度計デバイスに結合されたプロセッサ (5 2) と、を含む前記 1 に記載のディスク駆動装置である。

【 0 0 5 7 】 6. 前記記憶ディスクが、データ記録用区域を画定するために内周と外周とを有し、前記制御手段が、前記表面との衝突に備えるために前記記憶ディスク (1 6) の前記内周に向かって移動することを前記アクチュエータ・アーム (2 6) に命令するように構成される前記 1 に記載のディスク駆動装置である。

【 0 0 5 8 】 7. 前記記憶ディスク (1 6) がクラッ

シュ・ストップを有し、前記制御手段が、前記表面との衝突に備えるために前記クラッシュ・ストップ上に移動し且つその上に押し当たることを前記アクチュエータ・アームに命令するように構成される前記 1 に記載のディスク駆動装置である。

【 0 0 5 9 】 8. 前記制御手段が、前記表面との衝突に備えるために前記回転軸を中心とした旋回を停止することを前記記憶ディスク (1 6) に命令するように構成される前記 1 に記載のディスク駆動装置である。

【 0 0 6 0 】 9. 前記アクチュエータ・アーム (2 6) が前記読取り書き込みヘッドの付近にスライダを支持し、前記ディスク駆動装置が、前記記憶ディスク (1 6) に対する前記スライダのロードとアンロードを交互に行うことが可能であり、前記制御手段が、前記記憶ディスク (1 6) からアンロードされることを前記スライダに命令するように構成される前記 1 に記載のディスク駆動装置である。

【 0 0 6 1 】 1 0. ディスク駆動装置が第 1 の高さから第 2 の高さに落下して前記第 2 の高さにある表面に衝突する時の前記ディスク駆動装置の衝撃損傷を軽減させるためのディスク駆動装置に適用する方法であって、互いに直交する 3 つの軸 X、Y、Z に沿った前記ディスク駆動装置の加速度を表すベクトル a_x 、 a_y 、 a_z を発生させる工程と、前記ディスク駆動装置の落下中の正味加速度 a_{net} を導出する段階と、前記ディスク駆動装置の落下を表す選択された加速度閾値レベルに対して前記正味加速度 a_{net} を比較する工程と、前記正味加速度 a_{net} が前記加速度閾値レベルを上回っている状態が続く持続時間を測定する工程と、選択された基準時間期間に対して前記持続時間を比較する工程と、前記持続時間が前記基準時間期間を越える時に、前記表面への衝突に対する準備を前記ディスク駆動装置に整えさせる工程と、を含むディスク駆動装置に適用されるディスク駆動装置の衝撃損傷軽減方法である。

【 0 0 6 2 】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、ディスク駆動装置のハウジングに落下検出手段を取り付け、ディスク駆動装置が第 1 の高さから第 2 の高さに落下中であることを検出すると、その落下を表す選択された加速度閾値レベルを、選択された基準時間間隔に互ってディスク駆動装置の加速度が上回る時に警告信号を出力し、この警告信号に応答して第 2 の高さにある表面にディスク駆動装置が衝突する時に生じる衝撃に対する準備を保護制御装置により記憶ディスクとこの記憶ディスクの半径方向に読み取り書き込みヘッドを位置決めするためのアクチュエータとに整えさせるようにしたので、ディスク駆動装置の衝撃によって生じる損傷と記憶ディスクの読み取り書き込みヘッドに対する相対的移動を防止し、オフ・トラック誤差の発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 加速度計デバイスを有する回転アクチュエータ型ディスク駆動装置の平面図である。

【図 2】 図 1 のディスク駆動装置で使用する加速度計デバイスの動作を説明するために使用する説明図である。

【図 3】 図 1 のディスク駆動装置で使用する本発明による落下検出及び保護制御装置のブロック図である。

【図 4】 落下距離と、落下持続時間と、その結果として生じる衝突時の衝撃レベルとの間の関係を示すグラフである。

【図 5】 自由落下事象とそれに続く衝突とが生じる間のディスク駆動装置を表す物体の影響を示す概略的なオシロスコープ出力を示す説明図である。

【図 6】 ランダムな振動を受けている間のディスク駆動装置を表す物体の影響を示す概略的なオシロスコープ出力を示す説明図である。

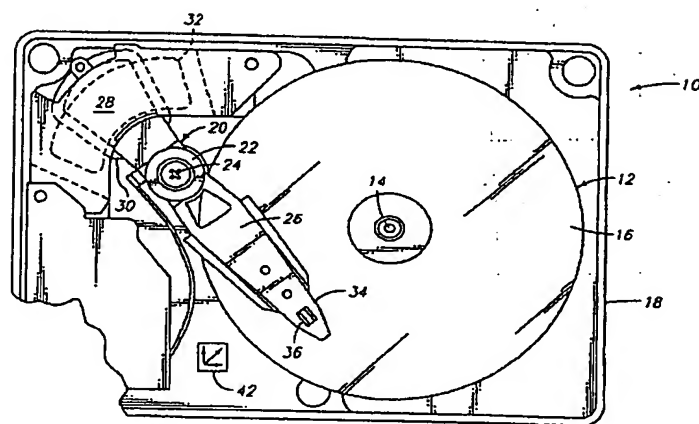
【図 7】 50 Hz 正弦波が上に重畳された、図 5 の概略的なオシロスコープ出力を示す説明図である。

【図 8】 本発明による動作手順を示すフローチャートである。

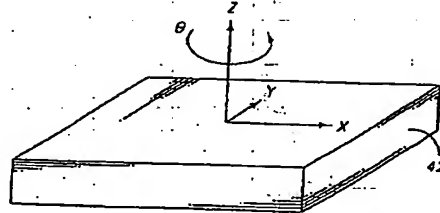
【符号の説明】

- 10 ディスク駆動装置
- 12 磁気積み重ねアレイ (ディスク・アレイ)
- 14 回転中心軸
- 16 記憶ディスク
- 18 ハウジング
- 20 回転アクチュエータ・アセンブリ
- 22 軸受ハウジング
- 26 アクチュエータアーム
- 28 ボイスコイル駆動モータ
- 30 コイル
- 32 永久磁石構造物
- 40 落下検出及び保護制御装置
- 42 加速度計デバイス
- 44 ベクトル加算器
- 46 比較器
- 48 タイマ
- 50 制御装置
- 52 プロセッサ
- 54 記憶装置

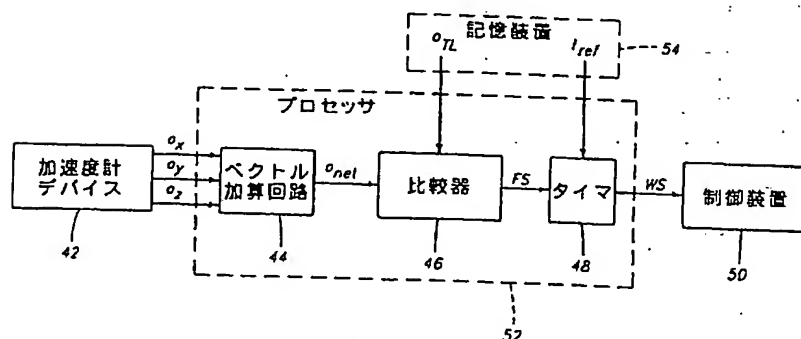
【図 1】



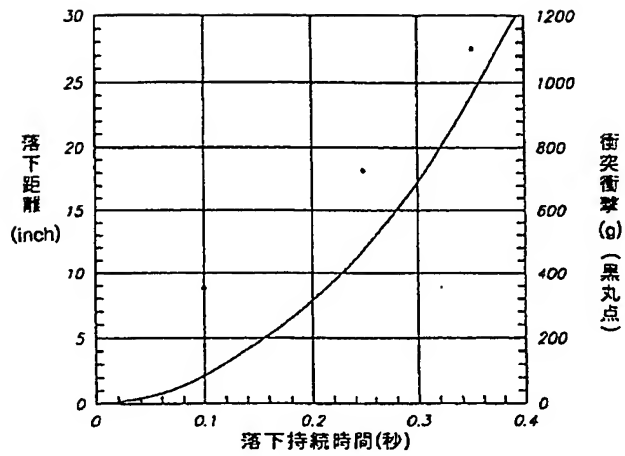
【図 2】



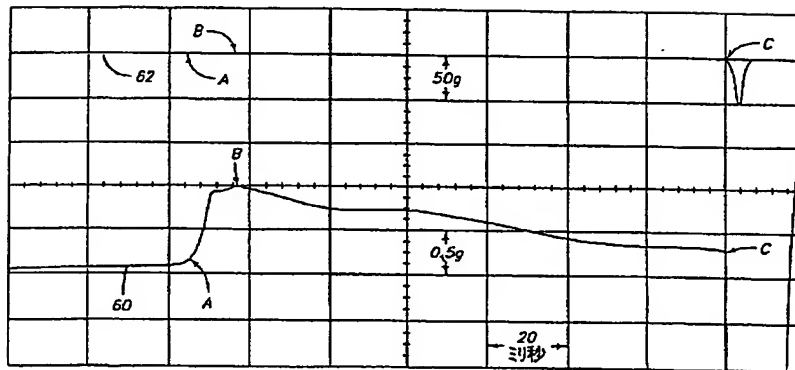
【図 3】



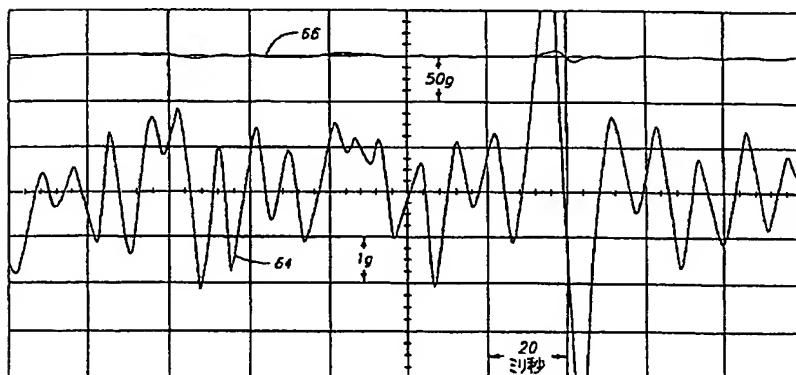
【図 4】



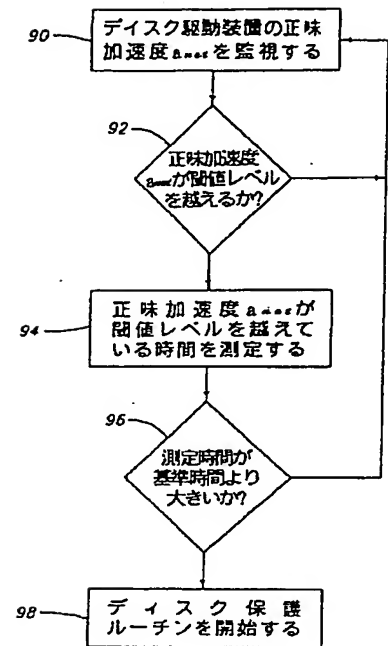
【図 5】



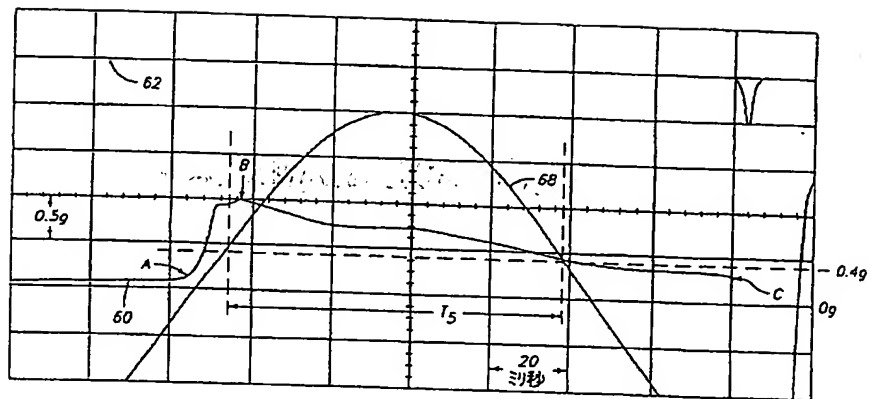
【図 6】



【図 8】



【図 7】



THIS PAGE BLANK (USPTO)